

een glijdende dienstregeling voor de Antwerpse tram

Voorstel om de Antwerpse trams volgens een glijdende dienstregeling te laten rijden (althans op werkdagen, overdag), dankzij dynamische sturing van hun onderlinge tijdsafstand.

Hiermee wordt een regelmatigier vervoersaanbod voor de reizigers beoogd.

Wie vaak met de Antwerpse tram rijdt, kent het fenomeen. Wie niet vaak rijdt, kan het lezen op de app van *De Lijn* : de Antwerpse trams hebben weliswaar een dienstregeling, maar die wordt even vaak niét als wel gerespecteerd. Trams hebben vaak vertraging, van enkele minuten tot meerdere tientallen minuten, een enkele keer zijn ze te vroeg, en sommige rijden niet uit. De zogenaamde *spooktrams* staan wel op de digitale borden aan de haltes vermeld, maar ze verdwijnen even onzichtbaar als ze gekomen zijn. Misschien met uitzondering van de *spooktrams*, zijn dergelijke storingen een oud fenomeen ¹.

1. de wet van de groeiende vertraging

Talrijke initiatieven zijn mogelijk om deze storingen in belangrijke mate te beperken (zie verder, punt 2), maar om een aantal redenen, eigen aan het Antwerpse tramnet en aan de Antwerpse trams (ook die worden hieronder vermeld, punten 4.2 en 4.3) zijn storingen nooit helemaal te vermijden. Daarop ent zich **de wet van de groeiende vertraging** (illustratie 1) : een tram (of bus) die vertraging heeft, wordt aan de haltes door grotere aantallen reizigers opgewacht, die voor langere uit- en instaptijden zorgen, waardoor de vertraging toeneemt. Waarna er aan de volgende halte nóg meer reizigers staan, etc. etc.

Een rekenvoorbeeld :

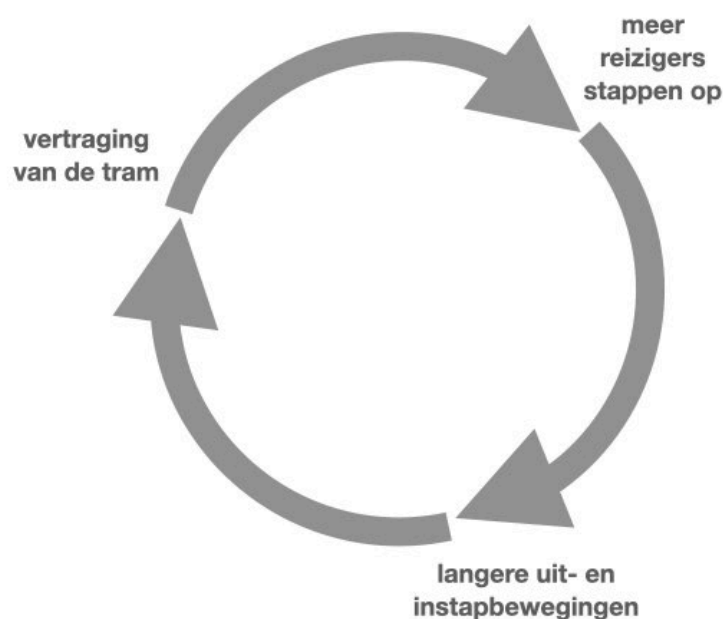
- Stel dat er aan halte Kerk van tram 14 ² elke minuut gemiddeld 3 reizigers toekomen.
- Stel dat tram 14 met een interval van 6 minuten rijdt; dan staan er bij aankomst van de tram gemiddeld 18 mensen te wachten.

¹ Het is slechts dank zij de app, en de digitale borden aan de haltes, dat de tramreizigers hebben ontdekt dat er *spooktrams* zijn. Zonder die informatie kon de lang wachtende reiziger immers niet weten of hij omwille van een *spooktram* of van een vertraging in de kou bleef staan.

² Ik neem hier doelbewust een fictieve halte van een fictieve lijn 14.

- Stel dat volgnummer 5 van lijn 14 drie minuten vertraging heeft, dan staan er niet 18 maar 27 reizigers op de tram te wachten. [Of zelfs 36 reizigers bij een vertraging van zes minuten.] Met langere uit- en instaptijden tot gevolg.
- Wanneer die reizigers in de tram (en op het perron) op een beperkte oppervlakte gedruimd staan, met eventueel enkele kinderwagens en/of reiskoffers, neemt de uit- en instaptijd zelfs exponentieel toe. In- en uitstappende reizigers in de tram en op het perron blokkeren elkaar.
- De vertraging groeit — wat uiteindelijk de daarop volgende tram ten goede komt. Die vindt steeds minder reizigers aan de haltes, heeft kortere uit- en instaptijden, en haalt tenslotte de vorige tram helemaal in.
- De meeste reizigers aan de haltes blijven echter de bomvolle-tram-met-vertraging nemen, en kiezen niet voor de kort daarop volgende tram waarin nochtans meer plaats is :
 - omdat de rit van die (volgende) tram soms wordt ingekort, om de regelmatige bediening van de tramlijn enigszins te herstellen,
 - omdat ze niet met zekerheid kunnen zien dat er daar wel meer plaats is,
 - omdat het wel eens gebeurt dat die tram weigert te stoppen aan de halte.

Op die manier ontstaan situaties waarbij twee, drie, vier of zelfs meer trams samen, als in een "tros" verder rijden, en er elders op dezelfde lijn geen trams meer zijn, met zeer lange wachttijden tot gevolg.



de wet van de groeiende vertraging

illustratie 1

2. mogelijke oplossingen

Er bestaan meerdere manieren om het fenomeen van de groeiende vertraging te bestrijden.

1) Het inkorten van lange, met name diametrale lijnen. Lijnen 2, 3 en 4 zijn voorbeelden van lange, diametrale lijnen, die van een verre "buitenwijk", via het centrum, tot een andere verre "buitenwijk" leiden. Een storing in bv. Hoboken ontregelt het tramverkeer in Merksem (lijn 2) en/of in Deurne (lijn 4), en omgekeerd.

2) Het occasioneel inkorten van ritten via een keerlus op het traject, waardoor de verdeling van de tramstellen gecorrigeerd wordt. Deze methode wordt blijkbaar vaak gebruikt.

2bis) Omkeerbare tramstellen, zodat er veel meer mogelijkheden kunnen ontstaan om een rit in te korten. [Op de voor- en nadelen van dergelijke tramstellen, die in Antwerpen niet worden gebruikt, ga ik hier niet verder in.]

3) Het inzetten van tramstellen van een andere lijn, voor zover daardoor het aanbod niet te zeer wordt verstoord. In principe kan bv. een tramstel van lijn 9 in Eksterlaar worden ingezet voor lijn 4 (of vice versa). Idem voor lijnen 2 en 4 in Hoboken, 2 en 3 in Merksem, 4 en 24 in Silsburg, etc. Dergelijke oplossing vergt wel een belangrijke sturingscapaciteit "in real-time", om zowel het rijdend materieel als het personeel uiteindelijk "op de goede plaats" te krijgen. Ik weet niet of dergelijke oplossingen worden gebruikt.

4) Het inzetten van strategisch opgestelde reserve-tramstellen. [Voorbeeld : een wachtpoor aan de Nationale Bank zou voor lijnen 1, 10, 4 en 7, en bij uitbreiding 24, een oplossing kunnen zijn.] Gezien de krapte aan rollend materieel en personeel is dit een weinig realistische optie.

5) Het dynamisch beheer van alle tramstellen op dezelfde lijn, teneinde de grotere wachttijden en de tros-vorming te beperken.

De idee is dat wanneer een tramstel een belangrijke vertraging oploopt, ook de andere tramstellen van dezelfde lijn hun snelheid moeten matigen — zij het niet meteen in dezelfde mate. Dit is vooral belangrijk voor de tramstellen die vóór de opgehouden tram rijden (!), zodat het overaanbod aan reizigers voor de vertraagde tram, wordt tegengegaan.

De verwachting is dat de vertraging voor de reizigers in de vrijwillig vertraagde trams uiteindelijk minder nefast is dan de verstoring van de hele lijn.

Het is deze optie die hier verder wordt uitgewerkt. Enkele bijkomende verklaringen (aard van de vertragingen, e.d.) komen in punt 4 aan bod.

3. dynamisch beheer van alle tramstellen op een tramlijn

Krachtlijnen zijn :

- dankzij optimale communicatie inzake reële rijtijden en reizigersaantallen in de trams (en op de haltes ?) wordt de dienstregeling van alle tramstellen op een lijn gezamenlijk gestuurd, teneinde de spreiding (niet in km maar in minuten gemeten) zo gelijkmatig mogelijk te houden.
- is er een tramstel te weinig (een zgn. *spooktram*) dan worden de wel beschikbare trams zo gelijkmatig mogelijk verdeeld.
- heeft een tramstel flinke vertraging, waardoor er een flink hiaat ontstaat, dat niet op een andere manier gevuld kan worden, *dan gaan (nagenoeg) alle tramstellen van*

die lijn, en met name de voorgaande volgnummers, langzamer rijden. **De wachttijden blijven zo gelijk mogelijk verdeeld.**

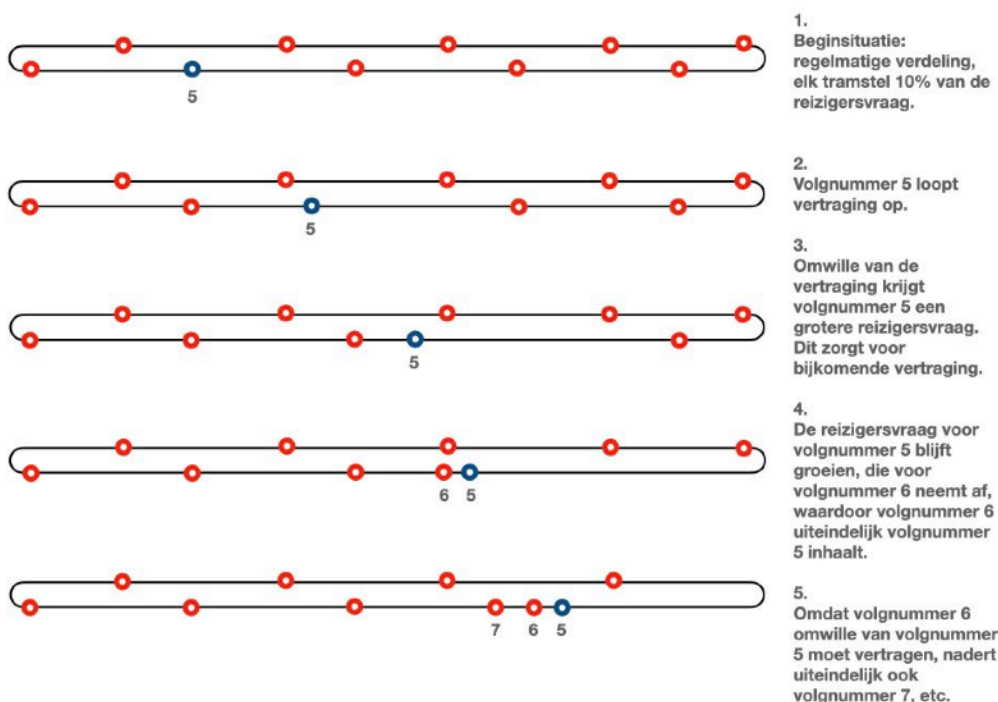
- zijn de rij-omstandigheden bijzonder gunstig, dan versnellen alle trams, en worden de wachttijden aan de haltes verkort.

Eén belangrijke beperking is dat de tragere snelheden op een lijn geen storingen mogen veroorzaken op de andere lijnen die dezelfde sporen gebruiken.

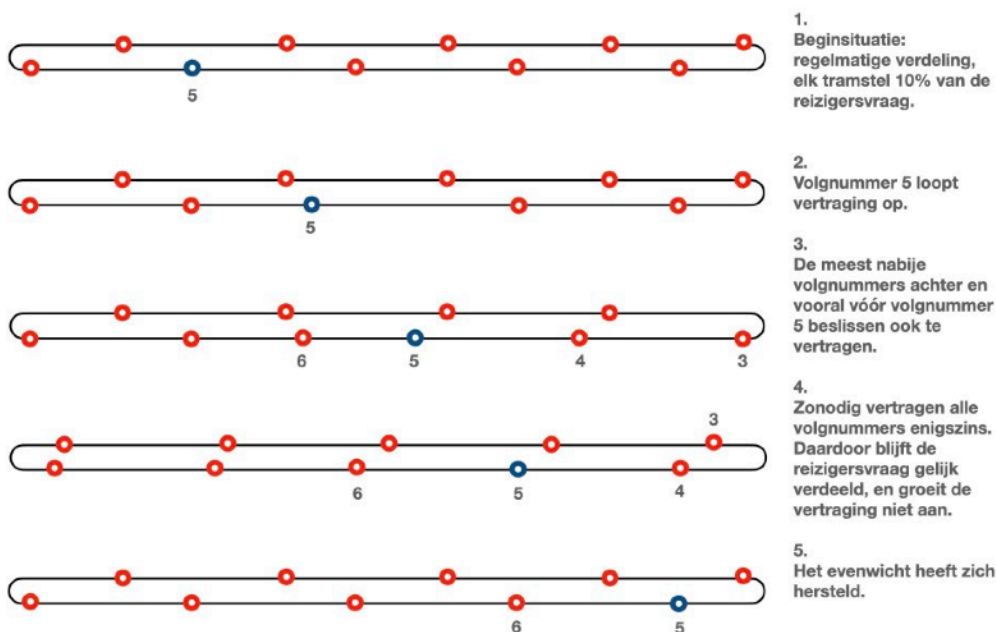
Hierna twee presentaties, eerst grafisch, dan in cijfers.

Grafisch:

Hoe een kleine vertraging steeds groter wordt (*illustratie 2*) :



Hoe een dynamisch beheer het evenwicht herstelt (*illustratie 3*) :



Hetzelfde met cijfervoorbeelden :

Hypothetisch voorbeeld van een tramlijn met een omlooptijd van 60 minuten en een interval van 6 minuten.

Probleem 1, de spooktram : Eén tramstel (volgnummer 5) is niet beschikbaar: hoe wordt dat opgevangen door **dynamische sturing** van het totaal aanbod op de tramlijn?

De rijtijden van enkele eerdere trams worden ver-laet, die van enkele latere trams ver-vroegd.

volgnummer	dienstregeling		één tramstel ontbreekt in dienstregeling		aangepast verloop dankzij dynamische sturing		
	uur	verschil tot vorige	uur	verschil tot vorige	uur	verschil tot dienstregeling	verschil tot vorige
1	16.00	6	16.00	6	16.00	0	6
2	16.06	6	16.06	6	16.07	+ 1	7
3	16.12	6	16.12	6	16.14	+ 2	7
4	16.18	6	16.18	6	16.21	+ 3	7
5	16.24	6	nee				
6	16.30	6	16.30	12	16.28	- 2	7
7	16.36	6	16.36	6	16.35	- 1	7
8	16.42	6	16.42	6	16.42	0	7
9	16.48	6	16.48	6	16.48	0	6
10	16.54	6	16.54	6	16.54	0	6
1	17.00	6	17.00	6	17.00	0	6



▲ Aankondiging van een spooktram op lijn 4.

Probleem 2 , de groeiende vertraging : Eén tramstel (volgnummer 5) heeft een vertraging opgelopen (9 minuten): hoe wordt dat opgevangen ? De beste oplossing bestaat erin de voorgaande trams (in dit voorbeeld de volgnummers 2, 3 en 4) ook, zij het in mindere mate, te vertragen. Door die vertraging blijft de reizigersvraag gelijkwaardiger verdeeld, en worden zeer lange wachttijden vermeden. De idee is dat veel meer reizigers voordeel halen uit de gespreide vertraging, dan dat er reizigers zijn die er nadeel van lijden.

volgnummer	dienstregeling		één tramstel heeft flinke vertraging		aangepast verloop dankzij dynamische sturing		
	uur	verschil tot vorige	uur	verschil tot vorige	uur	verschil tot dienstregeling	verschil tot vorige
1	16.00	6	16.00	6	16.00	0	6
2	16.06	6	16.06	6	16.08	+ 2	8
3	16.12	6	16.12	6	16.16	+ 4	8
4	16.18	6	16.18	6	16.24	+ 6	8
5	16.24	6	16.33	15	16.33	+ 9	9
6	16.30	6	16.34	1	16.37	+ 7	4
7	16.36	6	16.35	1	16.41	+ 5	4
8	16.42	6	16.42	7	16.45	+ 3	4
9	16.48	6	16.48	6	16.49	+ 1	4
10	16.54	6	16.54	6	16.54	0	5
1	17.00	6	17.00	6	17.00	0	6

Wanneer de vertraging blijvend is, moeten uiteindelijk alle tramstellen hun rijtijden aanpassen.

Wordt de omlooptijd 70 minuten, in plaats van 60, dan wordt de interval 7 minuten in plaats van 6.



Een manoeuvrerende vrachtwagen in de Lamorinièrestreet (afhaalvervoer van de winkel op de hoek) blokkeert even het verkeer in de Lange Leemstreet.

Probleem (of opportuniteit!) 3, waarom wachten als het sneller kan ?

Het verkeer verloopt bijzonder vlot, die dag. Daarom gaan alle trams sneller rijden. Dit kan dankzij de goede communicatie.

volnummer	dienstregeling		zeer goede rijomstandigheden		aangepast verloop dankzij dynamische sturing		
	uur	verschil tot vorige	uur	verschil tot vorige	uur	verschil tot dienstregeling	verschil tot vorige
1	16.00	6	16.00	6	16.00	0	6
2	16.06	6	16.06	6	16.05	- 1	5
3	16.12	6	16.12	6	16.10	- 2	5
4	16.18	6	16.18	6	16.15	- 3	5
5	16.24	6	16.24	6	16.20	- 4	5
6	16.30	6	16.30	6	16.25	- 5	5
7	16.36	6	16.36	6	16.30	- 6	5
8	16.42	6	16.42	6	16.35	- 7	5
9	16.48	6	16.48	6	16.40	- 8	5
10	16.54	6	16.54	6	16.45	- 9	5
1	17.00	6	17.00	6	16.50	-10	5



Twee tramstellen van lijn 11 volgen elkaar op.

(Als ik wat vaker foto's nam, zag u hier drie tramstellen van lijn 4, of zelfs vier van lijn 3.)

4. bijkomende verklaringen

4.1 Omtrent interne en externe oorzaken van storingen van het tramverkeer

Tot de elementen **intern** aan het vervoerssysteem die storingen kunnen veroorzaken behoren :

- het rollend materieel (voorbeeld : de deuren sluiten niet correct, waardoor de tram niet verder kan rijden),
- de infrastructuur (voorbeelden : een wissel moet met de hand bediend worden ; de staat van de sporen laat slechts lage snelheden toe ; de signalisatie werkt niet naar behoren...),
- het personeel (voorbeeld : afwezigheid, of vertraging in de aflossing),
- de reizigers (voorbeelden : reizigers blokkeren een deur om andere reizigers binnen te laten ; moeilijke en moeizame uit- en instapbewegingen ten gevolge van grote aantallen reizigers, aanwezigheid van kinderwagens, rolkoffers, of reizigers met bewegingsproblemen),
- bouwwerven en onderhoudswerken aan het vervoerssysteem (voorbeelden : vervanging van wissels of van sporen : recente voorbeelden Theunisbrug, Belgiëlei, Blancefloerlaan...),
- onevenwicht tussen infrastructuur (capaciteit) en trams (voorbeelden : trams die wachten om een metrostation in te rijden tot de vorige tram het station verlaten heeft ; wachtende trams aan de halte Berchem-station, of aan Groenenhoek ; blokkering tussen lijnen 4 en 24 aan de keerlus Silsburg ; etc.)

Tot de elementen **extern** aan het vervoerssysteem die storingen kunnen veroorzaken behoren :

- al het andere verkeer, zowel rijdend als stilstaand, vooral auto's :
 - regulier, bij gemengd verkeer (vb. Lange Leemstraat, Herentalsebaan, Nationalestraat, Sint-Katelijnevest...), en bij parkeerbewegingen,
 - in overtreding, door het niet of onvoldoende respecteren van de vrije trambanen, en/of van verkeerslichten (vb. Bredabaan Merksem, Antwerpsestraat Mortsel, Mechelsesteenweg, Huidevettersstraat...),
- de verkeersregeling tussen het tramverkeer en het andere verkeer (talrijke voorbeelden waar het tramverkeer lange wachttijden moet respecteren om een kruispunt op te rijden),
- bewegende bruggen, spoorwegovergangen (Mexicobrug, Londenbrug (momenteel niet gebruikt)),
- bouwwerven langs het tramnet (aan wegenis, gebouwen...) waarvan de uitvoering het tramverkeer kan verstoren : leveringen, manoeuvres van voertuigen, de werken zelf...
- herhaalde of uitzonderlijke activiteiten die het tramverkeer kunnen verstoren (wekelijkse huisvuilophaling, leveranciers, verhuizingen, brandweer en hulpdiensten...),
- evenementen (vb. wielervedstrijden zoals Schaal Sels in Merksem, betogingen, enz).

4.2 Waaron het Antwerpse tramnet gevoelig is voor externe storingen

Het Antwerpse tramnet bestaat grosso modo uit drie soorten omgevingen.

1. metrotunnels : Hier kan de regelmaat van het tramverkeer nagenoeg alleen door interne factoren worden verstoord.
2. brede straten met vrije trambanen : Hier kan nog veel vooruitgang worden geboekt om de regelmaat (en de vlotte doorstroming) van het tramverkeer te verbeteren (auto's die het tramverkeer blokkeren, lange wachttijden aan verkeerslichten, onvoldoende capaciteit van tramhaltes....)
3. smallere straten met of zonder vrije trambanen : Hier kan zeer veel vooruitgang worden geboekt om de regelmaat (en de vlotte doorstroming) van het tramverkeer te verbeteren. **Toch blijft er een belangrijkere mate van onzekerheid omwille van het multifunctionele karakter van de straat.**

De smalle straten met trams (punt 3) vormen een essentieel onderdeel van het Antwerpse tramnet, al was het maar omdat ze ook zeer belangrijke bestemmingen zijn (voorbeelden : Nationalestraat, Lange Leemstraat, Rolwagenstraat, Sint-Jacobsmarkt, Brederodestraat...). Het is belangrijk deze smalle tramstraten te behouden omdat alternatieve oplossingen alleen maar kwaliteitsvermindering brengen voor de reizigers :

- alternatieve routes : de Van Eycklei met de Mercatorstraat, als alternatief voor de Lange Leemstraat ? is misschien een verbetering voor reizigers uit Deurne of Hoboken, maar niet voor de reizigers van en naar de Lange Leemstraat en omgeving.
- metrotunnels : creëert langere loopafstanden (naar de stations, en in de stations), wat voor de plaatselijke bediening niet gunstig is.

[Van de metrotunnel in de Mercatorstraat werd verwacht dat hij een goed alternatief kon bieden voor de as Ommeganckstraat-Provinciestraat-Rolwagenstraat enerzijds, en voor de Lange Leemstraat anderzijds, maar hij beantwoordt niet aan de vervoersvraag daar.]

Het moet wel mogelijk zijn de frequentie en de omvang van de storingen te beperken.

Voorbeeld (Lange Leemstraat) :

- drastische vermindering van het autoverkeer (geen doorgaand verkeer),
- afschaffing langparkeren voor auto's (enkel nog kortparkeren, leveringen, parkeren van fietsen, e.d.), zodat er voor leveringen, kleine inkopen e.d. niet meer op de tramsporen halt wordt gehouden,
- algeheel inhaalverbod voor alle verkeer : auto's en fietsen blijven achter de tram, ook tijdens het halteren — wat voor de veiligheid ook veel beter is,
- verbetering tramhaltes (voor meer veiligheid en comfort, en vlottere uit- en instapbewegingen).

Door het beperken van de externe factoren wordt de relatieve invloed van de interne factoren wel groter : rollend materieel, infrastructuur, personeel, reizigers.

4.3 Waaron de aard van de tramstellen de interne storingen bevordert

In- en uitstapbewegingen zijn een belangrijk element van onzekerheid. Naargelang de aanwezigheid en het aantal kinderwagens, op de tram en/of op het perron, het aantal reizigers, soms dicht op elkaar, een eventuele rolstoel, kan de duur van de in- en uitstapbewegingen met een factor 2, 3, 4 of meer worden vermenigvuldigd. Tramdeuren zijn ook geen metrodeuren (ze zijn smaller, en minder talrijk), en het smallere gabarit van de trams maakt de bewegingen binnen moeilijker. Dit draagt veel bij tot "de wet van de groeiende vertraging".

4.4 Waaron het geen zin heeft uurregelingen van diverse tramlijnen op elkaar af te stemmen

- **Hoge frequenties** (6 minuten, maximaal 10 minuten) zorgen hoe dan ook voor korte wachttijden, éénmaal men de halte heeft bereikt. [Voor *lagere* frequenties en langere wachttijden kan het voor de reizigers wel zin hebben de vaste uurregeling uit het hoofd te kennen of te raadplegen, voor hoge frequenties heeft dat echter geen zin.]
- **Kleine afwijkingen op de rijtijden** (een minuut min of meer) zijn altijd mogelijk, om genoemde interne of externe factoren. Eén minuut is al een afwijking van 10 tot 15% op de nominale tijd.
- De **staptijden** bij het overstappen van de ene tram- of buslijn naar de andere zijn vaak erg lang, en in sommige gevallen zeer moeilijk of niet in te korten. Een staptijd van 3 tot 4 minuten (voor een normale, gezonde voetganger) is geen zeldzaamheid.
- De **stapsnelheden** van de reizigers zijn zeer ongelijk, tussen een haastige voetganger enerzijds en een reiziger met kinderwagen, rollator etc. anderzijds. Verhoudingen van 1 tot 6 zijn geen zeldzaamheid. De overstapbeweging die voor de ene reiziger 2 minuten duurt, vergt van de andere reiziger 10 minuten of meer. De aansluiting die voor de ene reiziger te traag is, is voor de andere veel te snel.
- Het (Antwerpse) tram- en busnet is zeer **verknoopt**. Het is allicht onmogelijk alle aansluitingen op elkaar af te stemmen.

Uiteraard gelden deze bedenkingen een fijnmazig tram- en busnet met hoge frequenties.

Jef Van Staeyen, 27 juli 2021 (aangepast 4 oktober 2021)

Oorspronkelijke titel : *Voorstel om de Antwerpse trams niet langer volgens een vaste dienstregeling te laten rijden (althans op werkdagen, overdag) maar via dynamische sturing van hun onderlinge tijdsafstand.*